

242-05

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

5761/83

9/11-83

P7-83-573

Е.Д.Донец, В.А.Трифонов*,
Г.А.Тутин*, В.П.Эйсмонт*

К-СЕРИЯ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
МЕДЛЕННЫХ ИОНОВ Ar^{+17}
В ТВЕРДОЙ МИШЕНИ

* Радиевый институт им. В.Г.Хлопина.

1983

С целью изучения механизма заполнения внутренних оболочек глубокоионизированных атомов в различных средах, на пучке источника многозарядных ионов $^{11}\text{Krion-2}^{11/1/}$ установлен полупроводниковый спектрометр рентгеновского излучения^{2/}. В настоящей работе сообщаются первые результаты, полученные при измерении спектров К-серии характеристических лучей Ar, возникающих при падении ионов Ar^{+17} на твердую бериллиевую мишень.

Импульсный пучок ионов, вытягиваемых из источника, направлялся на мишень, расположенную под углом к пучку. Для выпуска мягкого рентгеновского излучения перпендикулярно направлению пучка в корпус источника было вмонтировано бериллиевое окно толщиной 100 мкм, вплотную к которому устанавливался блок детектирования рентгеновского излучения. Для уменьшения фона тормозного излучения, создаваемого электронами, выходящими из источника наряду с ионами, также падающими на мишень, были приняты специальные меры по оптимизации распределения потенциалов на элементах ионной оптики источника ионов. Кроме того, с помощью временного управления спектрометром регистрировалось только излучение, соответствующее времени прихода ионов на мишень. Энергетическая калибровка спектрометра осуществлялась по пику флуоресценции кремниевой мишени, возбуждаемой электронами, и по $K\alpha$ -линии Mn, возникающей при распаде ^{55}Fe /от внешнего источника/. Зарядовое распределение ионов определялось временем их удержания в ловушке источника $^{11}\text{Krion-2}^{11/3/}$. При времени удержания, меньшем, чем требуется для получения ионов Ar^{+17} , рентгеновского излучения в области К-серии Ar не возникало. Энергия падающих ионов составляла $380 \text{ эВ/нуклон} /V = 2,70 \cdot 10^7 \text{ см/с/}$.

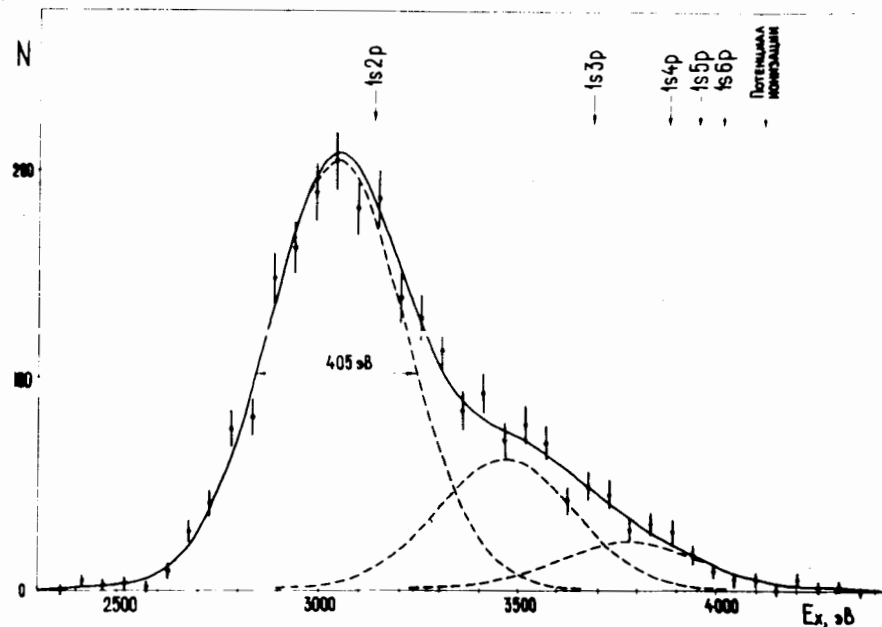
Измеренный спектр приведен на рисунке. Максимум спектрального распределения приходится на энергию $3040 \text{ } \pm 30 \text{ эВ}$, граница жесткой части - на $\sim 4100 \text{ эВ}$, что соответствует потенциалу ионизации гелиеподобного иона Ar XVII, равному $4116 \text{ } \pm 9 \text{ эВ}^{4/}$. Спектр был разложен на три компонента, каждый в форме Гауссиана с полушириной 405 эВ. Эти компоненты показаны на рисунке пунктиром. Сплошная кривая представляет собой аппроксимацию экспериментальных данных суммой указанных компонентов. Стрелками показаны энергии переходов в гелиеподобном ионе Ar, соответствующие указанным над ними начальным электронным конфигурациям.

Учитывая, что энергетическое разрешение спектрометра при $E_x = 3 \text{ кэВ}$ составляло 350 эВ, а полуширина основного компонента - 405 эВ, можно заключить, что происходит несколько переходов $2 \rightarrow 1$, отличающихся степенью экранирования электронами

в состояниях с $n = 2$. Максимум распределения смещен относительно перехода $Is\ 2p \rightarrow Is^2$ в гелиеподобном ионе Ag на ~ 90 эВ в мягкую сторону и, по-видимому, соответствует переходу $Is\ 2s^2\ 2p^2 \rightarrow Is^2\ 2s^2\ 2p$ с энергией 3046 эВ, измеренному в^{4/}.

Второй компонент со средней энергией 3465 ± 60 эВ ответствен, вероятно, за переходы $3 \rightarrow 1$ с примерно той же степенью экранирования, что и переходы $2 \rightarrow 1$. Незэкранированный переход $Is\ 3p \rightarrow Is^2$ в гелиеподобном ионе Ag соответствовал бы энергии 3688 эВ^{4/}.

Третий компонент со средней энергией 3780 ± 100 эВ соответствует, по-видимому, сумме переходов $n \rightarrow 1$ при $n \geq 4$.



Спектр характеристического излучения, возникающего при падении ионов Ag^{+17} с энергией 15,3 кэВ на бериллиевую мишень.

Из площадей соответствующих компонентов с поправкой на поглощение во входном окне спектрометра получено, что отношения интенсивностей переходов $I(2 \rightarrow 1)/I(n \rightarrow 1)_{n > 2} = 3,5 \pm 0,5$

и $I(3 \rightarrow 1)/I(n \rightarrow 1)_{n > 3} = 3,3 \pm 1,0$.

Согласно существующим представлениям, захват электронов ионом с зарядом q , движущимся со скоростью $V < V_0$ ($V_0 = 2,18 \cdot 10^8$ см/с), происходит преимущественно на оболочке с $n = q$. Оценка по формуле из работы^{5/} показывает, что в нашем случае $n = 13$. Орбитальное квантовое число также может быть велико. Таким образом, излучение, сопровождающее переход электрона из состояния с главным квантовым числом $n = 2$ в состояние с $n = 1$, возникает на последней ступени каскадных переходов. Этот каскадный путь, как видно, значительно более вероятен, чем путь прямых переходов в наименьшее состояние. Конечно, это утверждение справедливо, если с ростом n не происходит сильного увеличения вероятности конкурирующих безрадиационных переходов. Обращает на себя внимание то обстоятельство, что наблюдаемые радиационные переходы происходят в ионе после значительного заполнения оболочки с $n = 2$. Однако такое сильное заселение уровней, предваряющее излучение, через высоколежащие состояния представляется удивительным ввиду большего времени жизни уровней с большим n , поэтому следует рассмотреть и другие возможности заполнения внутренних оболочек, например, прямыми переходами из атомов мишени.

Авторы благодарны Б.С.Джелепову, Д.П.Гречухину и М.Я.Амусье за полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Донец Е.Д., Овсянников В.П. ОИЯИ, Р7-9799, Дубна, 1976.
2. Трифонов В.А. и др. Препринт РИ-159 Радиового института им. В.Г.Хлопина, Ленинград, 1982.
3. Донец Е.Д., Овсянников В.П. ОИЯИ, Р7-10438, Дубна, 1977.
4. Peacock N.J., Speer R.J., Hobby M.G. J.Phys. B, 2, 1969, p. 798.
5. Mann R., Folkman F., Beyer H.F. J.Phys. B, 14, 1981, p. 1161.

Рукопись поступила в издательский отдел
5 августа 1983 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги,
если они не были заказаны ранее.

ДЗ-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
Д1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
Д17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
Д1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
Р18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
Д2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
Д9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
ДЗ,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Донец Е.Д. и др.

P7-83-573

K-серия характеристического излучения медленных ионов Ar^{+17} в твердой мишени

Впервые наблюдается K-серия характеристического излучения аргона, возникающего при попадании медленных ионов Ar^{+17} на твердую мишень. Обнаружено, что переходы в состояние $I\delta$ в значительной мере экранированы.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Donets E.D. et al.

P7-83-573

K-Band of X-Ray Emission of Slow Ar^{+17} Ions in a Solid Target

The K-band of argon X-ray emission arising when slow Ar^{+17} ions incident on a solid target has been first observed. It has been found that $np \rightarrow I\delta$ transitions are considerably screened.

The work has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой.